

各種原位置サウンディング試験における地盤の擾乱と計測値の意義

前橋工科大学 学生会員 ○榎田有希

前橋工科大学 正会員 森 友宏

1. 研究の背景と目的

現在用いられている主な原位置試験として、「標準貫入試験」「コーン貫入試験」「スウェーデン式サウンディング試験」がある。これらの原位置試験は、使用する装置の形状・手法が異なり、また試験中の地盤の乱れの様子も異なると予想されるにもかかわらず、それぞれの計測値を換算式で N 値に換算して統一的に用いることが多い。しかし、各種試験値の N 値への換算が、どの程度確からしいのかは不明なままである。

本研究では熔融石英と流動パラフィンを用いた透明模型地盤を用いて原位置試験を行い、地盤の乱れ方、影響範囲、密度変化等を観察することで、各種原位置試験における計測値の意義について考察する。

2. 研究の手順

熔融石英（丸釜釜戸陶科株式会社:SiFOMN シリーズ:0.5-0.1）と流動パラフィン（株式会社 MORESCO:モレスコホワイト:P-40,P-55）とを用いて土粒子と流体の屈折率を等価にして、透明化した地盤を作成する。

- (1)透明地盤を水中落下により作成するため最小密度になる量の熔融石英と流動パラフィンを用意する。
- (2)幅 14.54cm、奥行き 14.54cm、高さ 14.70cm で作成した透明なアクリルケースに流動パラフィンを入れ、空気が入らないように水面直前から少しずつ熔融石英を入れる。
- (3)透明地盤を液化化させ、滲出した流動パラフィンのみを吸引する（水締め）。
- (4)液化化させた透明地盤にコーン貫入試験、鋼管貫入試験（擬似標準貫入試験）、スウェーデン式サウンディング試験の 3 種類の試験を行う。また、各試験において 0.10~0.25mm、0.25~0.50mm、0.10~0.50mm に粒径を変化させて試験を行い、それぞれの計測値、乱れの様子、影響範囲を観察する。コーン貫入試験はコーンを透明地盤に差込み、コーン貫入抵抗値を計測する。鋼管貫入試験は標準貫入試験に似せた鋼管に 50kgf の重錘を載せて押し込み、乱れの様子を観察する。スウェーデン式サウンディング試験は、ロッドとクランプのみ（総重量 5 kgf）で回転貫入を行い、乱れの様子を観察する。
- (5)それぞれの抵抗体を抜いた透明地盤内の流動パラフィンを吸引する。
- (6)流動パラフィンを吸引後の透明地盤の密度変化の計

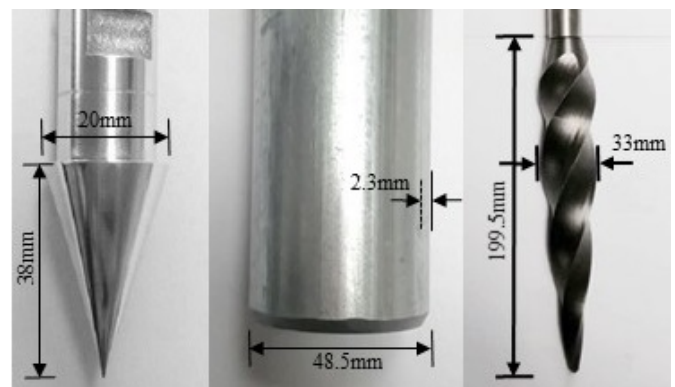
測を行う。体積を制御するため円形の型抜きを使い、9 箇所に分けて地盤を採り、質量を計測する。

- (7)採取した熔融石英に付着している流動パラフィンを蒸発させるため熔融石英を燃焼させ、熔融石英の乾燥密度を求める。5.000g のパラフィンを燃焼させると、0.003~0.005g のススが残留する。
- (8)それぞれの乾燥密度の変化や地盤の乱れ範囲等から、各種原位置試験における計測値の意義を考察する。

3. 結果と考察

図 1 よりコーン貫入試験では、コーンを差し込んだ先端から斜め下方向に地盤が圧縮され、せん断変形が進んだ部分に空気が貫入し、透明地盤が白変していることがわかる。地盤変形の影響範囲は、コーン先端から約 45 度程度の白線の範囲であり、これより外側の地盤にはせん断変形、地盤の密度変化ともに生じていない。また、透明地盤の白変の方向を観察すると、コーン先端から約 45 度程度の白線に近づくと、白変の発達方向が白線に沿って斜め上方向へと変化する事が観察された。このことより、コーン貫入試験は、コーン先端から約 45 度程度の白線に沿った、地盤の残留せん断強度（地盤の変形量が大きいことから）を計測しているものと推察された。図 1 には示していないが、表層では 0.10~0.50mm の粒形が混ざっているものは、0.10~0.25mm や 0.25~0.50mm よりも地盤の乱れが少なくなっている。

鋼管貫入試験（擬似標準貫入試験）では、鋼管先端部の直下の地盤に白く空気が入り、乱れていることが分かる。一方、鋼管の側方の地盤の乾燥密度が増加しており、鋼管の直近よりもやや外の部分、また表層よ



コーン貫入試験

鋼管貫入試験

SWS 試験

写真 1 使用する抵抗体

キーワード 原位置試験，コーン貫入試験，標準貫入試験，スウェーデン式サウンディング試験，地盤の可視化

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460番地1 公立前橋工科大学 TEL. 027-265-7308 E-mail: mori@maebashi-it.ac.jp

りも深層の部分で密度が大きくなっている。このことから、鋼管先端の刃先部分で小領域のせん断破壊が起きており、また、鋼管表面の摩擦によって鋼管周辺の地盤が乱されて乾燥密度が小さくなっていることがわかった。粒径を変えて行った実験では、粒径が小さいほど密度の変化は少なく、粒径が大きくなると、より外側にまで影響が及ぶことがわかった。

スウェーデン式サウンディング試験では、地表面付近では斜め下に向かって白く空気が入っているが、ある程度の深さで深では、透明地盤の白変は見られない。これは、スウェーデン式サウンディング試験においては、地盤にせん断変形が生じていないことを示している。これより、スウェーデン式サウンディング試験は、地盤に食い込んだ先端ビットのエッジ部分が地盤を掻き取る際の抵抗をトルク、単位回転あたりの地盤の掻き取り量を N_{sw} として計測しているものと推察される。また、乾燥密度分布を見ると、先端ビット周辺の地盤の乾燥密度が大きく増加していることから、先端ビットの貫入により地盤が側方に押しつけられていること

がわかる。

4. まとめ

3つの原位置試験による地盤の擾乱の違いを観察したところ、原位置試験の計測値の意味合いは大きく異なっていることが示唆された。コーン貫入試験と鋼管貫入試験（擬似標準貫入試験）は、範囲の違いこそあれ「地盤のせん断抵抗」を計測しているものと推察された一方、スウェーデン式サウンディング試験では「先端ビットのエッジ部分による地盤の掻き取り」を計測しているものと考えられる。これら3者の計測値を換算式を用いて統一的に N 値として使用することが可能かどうかは、さらなる調査・研究を行う必要がある。

参考文献

1) 鈴木直人:地盤内部の可視化手段を用いたジオグリッド補強基礎の支持力特性, 第43回土木学会関東支部技術研究発表会, Ⅲ-44, 2016

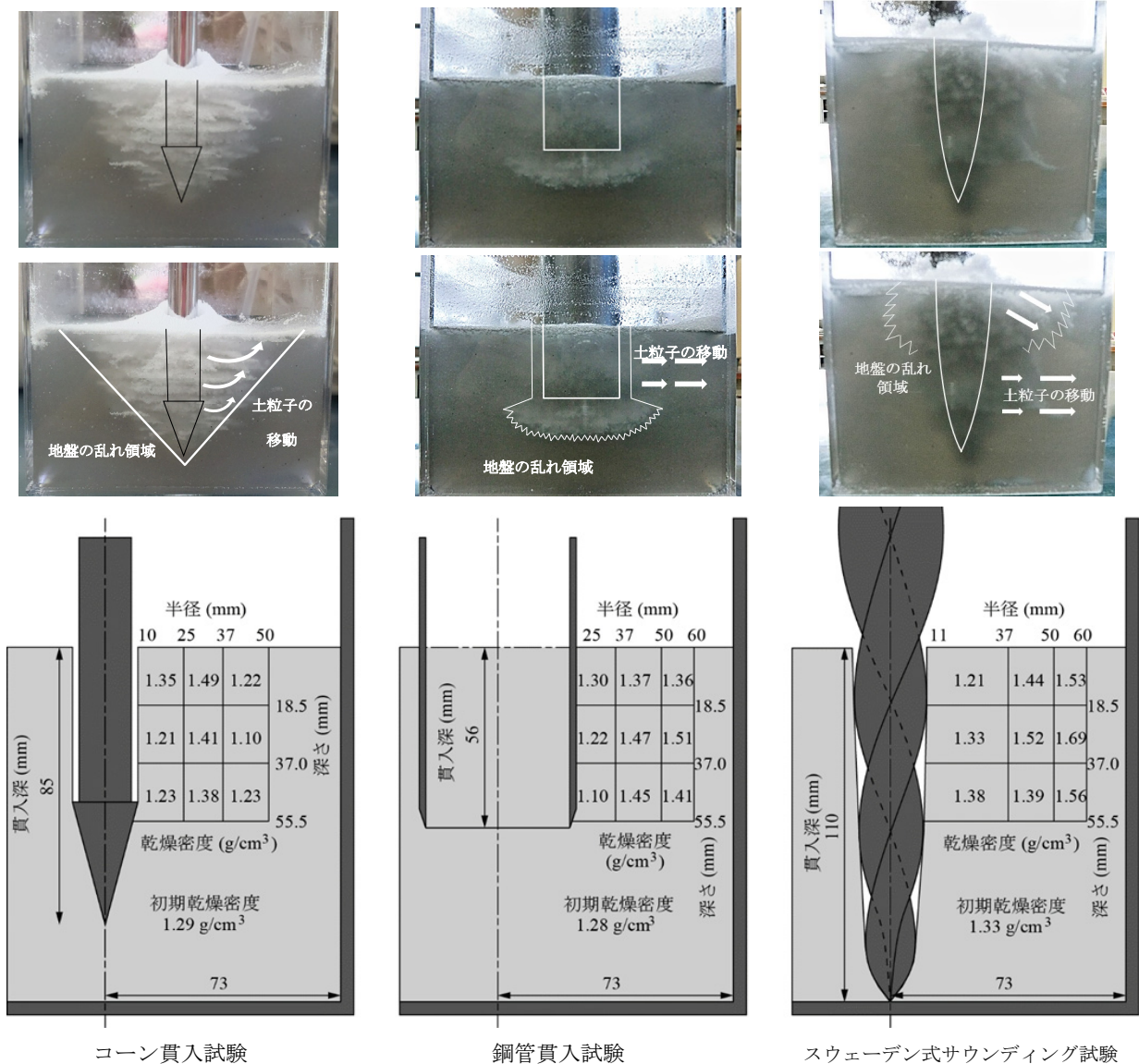


図1 地盤の乱れとそれに対する乾燥密度の変化